



Hidrodinámica de una cubeta de deflación característica de la Pampa Deprimida

Ninoska Briceño^{1,2}, Ilda Entraigas^{1,2} y Carlos Scioli³

¹ Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo J. Usunoff" (UNCPBA – CIC – CONICET) – República de Italia 780 (B7300) Azul, Buenos Aires, Argentina.

² Comisión de Investigaciones Científicas. Calle 526 entre 10 y 11 – (1900) La Plata, Argentina.

³ Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas (UNL). Ruta Nac. 168, Km 472,4, (3000) Santa Fe, Argentina.
Email: nbriceno@ihlla.org.ar

RESUMEN

La Pampa Deprimida se caracteriza por contar en su seno con abundantes depresiones generadas por deflación eólica. Muchas de ellas son someras y almacenan agua de forma permanente o temporal. En este trabajo se analiza la hidrodinámica de una cubeta de deflación ubicada en el sector más llano de la cuenca del arroyo del Azul, a través de su instrumentación con equipos de alta precisión. Los primeros resultados indicarían que, para el período analizado, solo el escurrimiento superficial aporta al humedal estudiado. En este trabajo se muestra una primera aproximación al modelo conceptual del sistema, por lo que se prevé continuar con las mediciones durante un período de tiempo más extenso y utilizar otras herramientas (como análisis físico-químicos del agua y del suelo) a fin de profundizar en el estudio del funcionamiento del sistema.

Palabras claves: HIDRODINÁMICA - CUBETA DE DEFLACIÓN - LLANURA.

Introducción

Los ecosistemas de humedal han sido y continúan siendo objeto de investigación en todo el mundo, ya que revisten gran importancia por los bienes y servicios que ofrecen a la población, a pesar de la escasa proporción que representan en la superficie terrestre (Kandus et al., 2011). Entre los principales beneficios que brindan se destacan la regulación de excesos hídricos, el mantenimiento de acuíferos y la provisión de hábitat, además de servicios culturales y recreativos (MEA, 2005). Para inferir los bienes y servicios que proveen es necesario considerar el emplazamiento geomorfológico, la fuente de agua y la hidrodinámica del humedal, ya que estos aspectos, sumado al régimen climático, son responsables de su existencia, perfil ecológico y funciones ecosistémicas que desarrollan (Brinson, 1993; Kandus et al., 2011). En Argentina, los ecosistemas de humedal representan el 21.5 % del territorio (Kandus, et al., 2008), y específicamente en el sector noreste y centro ocupan grandes extensiones geográficas, asociados a sistemas de origen fluvial cuya área y permanencia depende de los regímenes de inundación y sequía regionales (Neiff y Malvárez, 2004). En escala local, estos macrosistemas de humedales presentan una trama intrincada de cursos de agua, bañados, cañadas y cubetas interconectados (Kandus et

al., 2011). Específicamente en la Pampa Deprimida, se destaca la presencia de numerosos cuerpos de agua, muchos de los cuales se han generado por deflación eólica durante el Pleistoceno tardío-Holoceno (Dangavs, 2005). Estas cubetas constituyen depresiones de diámetro variable (10 m – 3000 m) y escasa profundidad (pocos cm hasta 3 m) que almacenan agua de forma permanente o temporal. Juegan un papel fundamental en el balance hídrico del acuífero freático según funcionen como puntos de recarga o descarga de las aguas subterráneas (Varni et al., 2003). El objetivo de este trabajo es presentar los primeros avances obtenidos en el análisis de la hidrodinámica de un humedal somero característico de la Pampa Deprimida, haciendo especial énfasis en la interacción entre el agua superficial y la subterránea.

Área de estudio

La cubeta de deflación seleccionada se ubica en el sector más llano de la cuenca del arroyo del Azul, en el establecimiento agropecuario "El Eslabón" (59° 41'40" W y 36° 39'00" S) (Fig. 1). La cubeta es de régimen temporal, se encuentra a 108 m.s.n.m., cubre un área aproximada de 3 hectáreas y alcanza una profundidad máxima de 1 m. La pendiente de su canal de entrada es de 0.39 %, lo que refleja la

condición regional caracterizada por flujos de agua horizontales extremadamente lentos (Varni y Usunoff, 1999).

Para esta zona de la cuenca, la precipitación media anual es de 970.9 mm (periodo 2009-2018), mientras que para el periodo analizado (6 de julio de 2018 al 26 de junio de 2019) se registró un total de 1224 mm, con una precipitación máxima diaria de 108 mm.

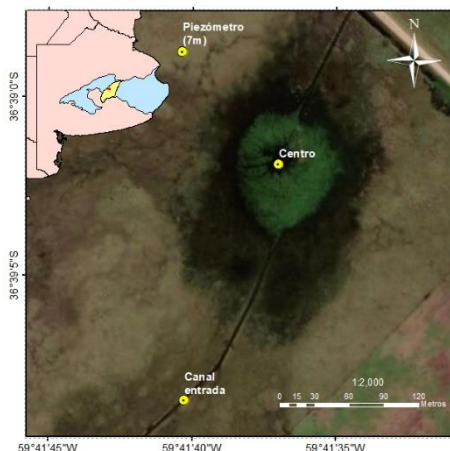


Fig. 1. Localización del área de estudio (punto rojo) en relación a la provincia de Bs. As. (rosado), Pampa Deprimida (azul) y cuenca del arroyo del Azul (amarillo), con la el detalle de la ubicación de los instrumentos de precisión (puntos amarillos).

Metodología

Con el objetivo de representar las dimensiones y forma del humedal se realizó un relevamiento topográfico de la zona de estudio mediante GPS diferencial, utilizando el método dinámico *stop and go* y el software GNSS para el post-procesamiento.

Para inferir el funcionamiento hidrológico del humedal y su entorno se instaló instrumental (sensores de presión de alta precisión) para el registro continuo de las variaciones de los niveles tanto en el cuerpo de agua como en el acuífero (Fig. 1). Los mismos fueron ubicados en el canal de entrada a la cubeta, en el centro, y en un piezómetro profundo (7 m) ubicado a 75 m de la línea de costa. Además, se construyó un piezómetro somero (1.40 m) en el seno de la cubeta para el registro del nivel freático en cada visita periódica, lo cual permite verificar las mediciones de los sensores. La descarga de datos y el proceso de compensación barométrica se realizó mediante el software Diver-office 2018.2. Asimismo, se instalaron regletas en los canales de entrada y salida de la cubeta, a fin de

controlar el nivel de agua. Para determinar la cantidad de agua superficial que ingresa al humedal se realizaron aforos mediante un medidor de flujo magnético-inductivo (OTT MF pro).

Resultados

Con el relevamiento topográfico se elaboró un modelo digital de elevación, mediante el cual se estimó la capacidad potencial de almacenamiento de la cubeta, que resultó 5900 m³, correspondiente a la cota de 108.8 m. Por otro lado, gracias a la nivelación altimétrica de todos los sitios en los cuales fueron instalados los instrumentos de medición, fue posible referir todas las mediciones a un mismo plano de referencia vertical para contrastar las mediciones entre sí.

La cota máxima alcanzada por el nivel freático fue de 108.37 m y la mínima de 106.88 m, mientras que para la cubeta fueron 108.52 m y 107.80 m (totalmente seca), respectivamente. Esto último permitió comprobar que este humedal puede estar completamente seco o llenarse y conectarse con otros cuerpos de agua superficiales.

Al comparar el nivel superficial del agua en el centro de la cubeta y el nivel freático del piezómetro ubicado en cercanías de la línea de costa, se observa que, durante el periodo de estudio, el nivel del agua superficial se encuentra siempre por encima del nivel del agua subterránea, con una diferencia máxima entre ellos de 1.07 m y una mínima de 0.12 m (Fig. 2). Esto implica que el humedal no recibe flujo subterráneo, pero aún no es posible determinar si el mismo aporta de manera significativa al acuífero o está colgado.

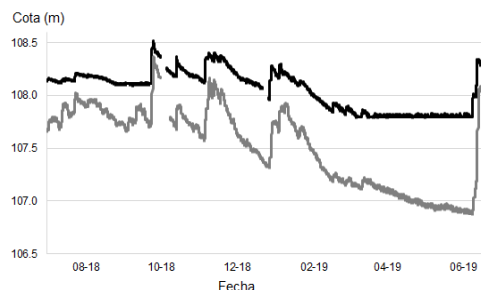


Fig.2. Variaciones del nivel del agua superficial (negro) y subterránea (gris).

Es importante mencionar que en todos los casos el nivel freático respondió a las precipitaciones con ascensos bruscos (en algunos casos llegando hasta casi alcanzar el nivel de la

cubeta). Además, se aprecia que la pendiente de la curva de recesión es mayor para el agua subterránea que para el agua superficial. La variación del nivel del agua superficial en el canal de entrada a la cubeta mostró 4 crecientes, estando el resto del tiempo sin presencia de agua (Fig. 3).

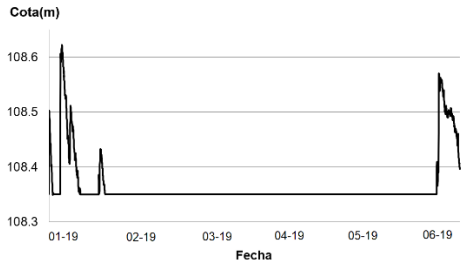


Fig. 3. Nivel del agua superficial en el canal de entrada (período 04/01/2019 - 26/06/2019).

Por otra parte, en la Tabla 1 se muestran los resultados de los aforos realizados en el canal de entrada al humedal, observándose que el caudal máximo registrado fue de 0.018 m³/s. Un mayor número de mediciones permitiría construir la curva de gastos para dicho curso de agua.

Tabla 1. Datos provenientes de los aforos realizados en el canal de entrada al humedal.

Fecha	Hora	Alt. Regla (m)	Ancho (m)	Área (m²)	Prof. med. (m)	Vel med. (m/s)	Caudal (m³/s)
05-10-18	10:10	-	2.200	0.276	0.125	0.027	0.011
14-11-18	13:37	-	2.900	0.583	0.210	0.023	0.018
10-01-19	16:39	0.210	3.100	0.539	0.214	0.018	0.010
26-06-19	11:10	0.100	2.300	0.265	0.234	0.029	0.011

Conclusiones

La cubeta de deflación bajo estudio es un cuerpo de agua intermitente, lo que ocasiona que en estado de aguas altas se conecte con otros humedales ampliando la red de drenaje de la cuenca, mientras que en periodos secos queda aislada y, en ocasiones, llega a secarse completamente. Durante el período analizado, dicho humedal fue alimentado únicamente por agua superficial, aunque en determinadas ocasiones el nivel freático se encontró muy cercano a la superficie. Esto indica la necesidad de continuar con el monitoreo a fin de contemplar mayor cantidad de escenarios hidrológicos posibles. Al mismo tiempo, también se observa la necesidad de llevar adelante una campaña de muestreo tanto de suelo como de aguas superficiales y subterráneas, para analizar sus características físico-químicas y así robustecer las inferencias elaboradas. La construcción del

modelo conceptual de la hidrodinámica de estos humedales característicos de la Pampa Deprimida, constituirá la base sobre la cual se podrán asentar criteriosamente los futuros estudios sobre sus funciones y servicios ecosistémicos, a fin de generar herramientas que permitan su gestión sustentable.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a los fondos provenientes del PICT 2016 N° 3688. Se agradece la colaboración de la Dra. Natalia Vercelli por su aporte en la concepción ecológica del presente trabajo. Finalmente se agradece al personal del establecimiento agropecuario “El Eslabón” por su permanente disposición y colaboración.

Referencias

Brinson, M. 1993. *A hydrogeomorphic classification for wetlands*. U.S. Army Corps of Engineers, Technical report WRP-DE-4. Washington, D.C.

Dangavs, N. 2005. Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. En: de Barrio, R., Etcheverry, R., Caballé, M. y Llambías, E. (eds.). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. La Plata. 219-236.

Kandus, P., Minotti, P. y Malvárez, A. 2008. Distribution of wetlands in Argentina estimated from soil charts. *Acta Scientiarum* 30(4):403-409.

Kandus, P., Quintana, R., Minotti, P., Oddi, J. et al. 2011. Cap. 11. Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. En: Laterra, P., Jobbágy, E. y Paruelo, J. (eds.) *Valoración de servicios ecosistémicos*. Edit. INTA. Buenos Aires.265-290.

MEA. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and water synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Wahshington D.C.

Neiff, J. y Malvárez, A. 2004. Grandes humedales fluviales. En: Malvárez, A. y Bó, R. (comp.). *Bases ecológicas para la clasificación de humedales en Argentina*.77-83.

Varni, M., Rivas, R. y Entraigas, I. 2003. Interacción de un cuerpo de agua superficial con el agua subterránea en la llanura pampeana, Argentina. *Información Tecnológica* 14(6):97-104

Varni, M., Usunoff E. 1999. Simulation of regional-scale groundwater flow in the Azul River basin, Buenos Aires Province, Argentina *Hydrogeology Journal*, 7:180-187.